

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/034124 A1**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G02B 21/24,**  
21/26(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **LEICA MICROSYSTEMS WETZLAR**  
GMBH [DE/DE]; Ernst-Leitz-Strasse 17-37, 35578 Wetz-  
lar (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/050675

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Oktober 2003 (01.10.2003)(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GILBERT, Manfred**  
[DE/DE]; Schultheissstrasse 2, 35641 Schöffengrund (DE).

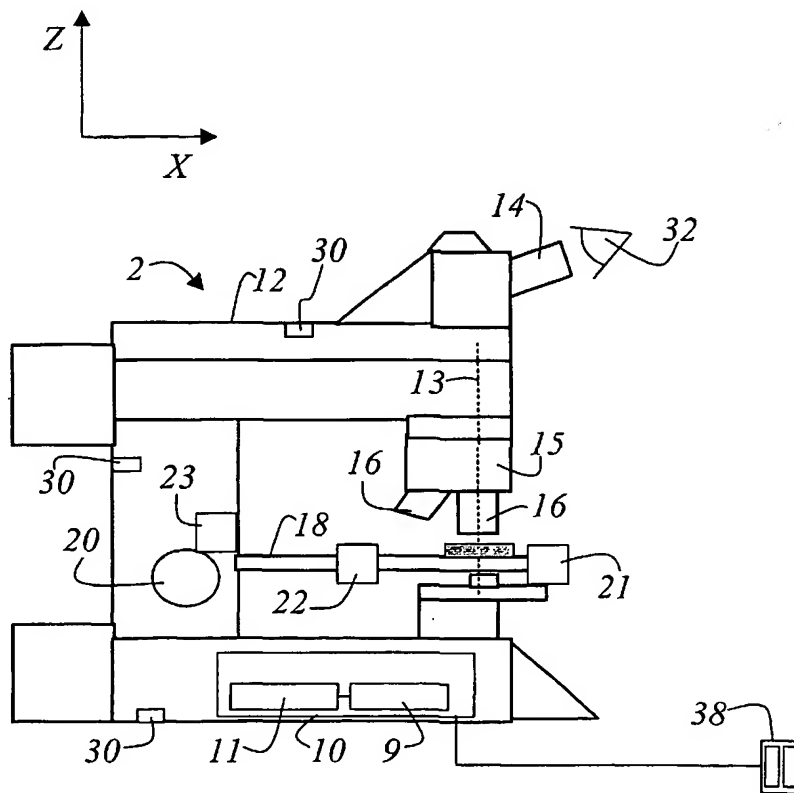
(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 46 274.7 2. Oktober 2002 (02.10.2002) DE(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CORRECTED MICROSCOPE AND METHOD FOR CORRECTING THE XYZ DRIFT CAUSED BY TEMPERA-  
TURE CHANGE(54) Bezeichnung: MIKROSKOP MIT KORREKTUR UND VERFAHREN ZUR KORREKTUR DER DURCH TEMPERA-  
TURÄNDERUNG HERVORGERUFENEN XYZ-DRIFT

(57) **Abstract:** Disclosed is a microscope (2) provided with a stand (12), a microscope stage (18) which is arranged on the stand (12) and which can be adjusted by a motor in all three spatial directions. At least one temperature sensor (30) and a command/control unit (10) are provided. The command/control unit (10) consists of a memory (9) and a microprocessor (11). A correction table (44) is stored in the memory, containing drift values for the three spatial directions (X, Y and Z) as a function of temperature.

(57) **Zusammenfassung:** Es ist ein Mikroskop (2) offenbart, das mit einem Stativ (12), einem am Stativ (12) angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch (18) versehen ist. Ferner ist mindestens ein Temperatursensor (30) und eine Steuer- und Kontrolleinheit (10) vorgesehen. Die Steuer- und Kontrolleinheit (10) umfasst einen Speicher (9) und einen Mikroprozessor (11), wobei im Speicher (9)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i) für alle Bestimmungsstaaten
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CA, CN, JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Mikroskop mit Korrektur und Verfahren zur Korrektur der durch  
Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift**

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop mit Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift. Im Besonderen umfasst das  
5 Mikroskop ein Stativ, einen am Stativ angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch, und mindestens einen Temperatursensor.

Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift. In Besonderen wird das  
10 Verfahren bei einem Mikroskop mit einem Stativ, einem am Stativ angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch, und mit mindestens einem Temperatursensor.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 199 59 228 offenbart ein Laser-Scanning-Mikroskop, das einen Temperatursensor umfasst, dessen Signale  
15 zur Fokuskorrektur an Hand gespeicherter Bezugswerte erfolgt. Die gemessene Temperaturänderung wird in eine entsprechend auszuführende Änderung mindestens eines Bauteils (Tisch verfahren, Piezo stellen, Spiegel verformen, etc.) des Mikroskops umgerechnet. Die Temperaturkompensation kann ebenfalls über eine gespeicherte Tabelle oder Kurve erfolgen. Dieses  
20 Verfahren kann lediglich die Z-Koordinate, also den Fokus, konstant halten. Ein auswandern der Probe innerhalb der durch die Tischoberfläche definierte XY-Ebene kann hiermit nicht kompensiert werden.

Die deutsche Patentschrift DE 195 301 36 C1 beschreibt ebenfalls ein Mikroskop mit Fokusstabilisierung. Hier ist eine Einrichtung zur  
25 Fokusstabilisierung in einem Mikroskop offenbart. Die Temperaturstabilisierung erfolgt durch zwei Metallstäbe mit unterschiedlichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Ein Stab ist mit der Zahnstange für

den Fokustrieb verbunden, der andere Stab ist mit dem Mikroskoptisch verbunden. Die Stabilisierung des Fokus erfolgt ausschließlich durch individuell auf das Mikroskop abgestimmten mechanischen Mitteln.

Die japanische Patentanmeldung (JP 03 102 752) offenbart ein Verfahren zur  
5 Regelung eines Mikroskoptisches. Dabei wird die Abhängigkeit eines Elements des Mikroskoptisches hinsichtlich der Temperatur bestimmt. Die berechnete Drift einiger Elemente wird benutzt, um die Position der Probe hinsichtlich der berechneten Drift zu korrigieren. Der Abbildung 2 des „PATENT ABSTRACTS OF JAPAN“ ist evtl. zu entnehmen, dass die Korrektur  
10 der Position des Tisches in X- und Y-Richtung erfolgt. Eine Offenbarung von Temperatursensoren kann dem Abstrakt nicht entnommen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Mikroskop zu schaffen, das die von der Bedienperson eingestellten Untersuchungsbedingungen stabil hält. Hierzu ist das Mikroskop derart auszugestalten, dass es die xyz-Position einer  
15 zu untersuchenden Probe konstant hält.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Mikroskop mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zu schaffen das die von der Bedienperson eingestellten Untersuchungsbedingungen stabil  
20 hält. Hierzu ist das Mikroskop derart auszugestalten, dass es die xyz-Position einer zu untersuchenden Probe konstant hält.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift, das die Merkmale des Anspruchs 8 umfasst.

25 Die Erfindung hat den Vorteil, dass das Mikroskop gegen Temperaturänderungen unempfindlich ist und nicht nur die Fokuslage sondern auch die Objektposition bezüglich der optischen Achse konstant hält. Besonders bei Langzeituntersuchungen zeigt die Erfindung die Vorteile. Hier ist es besonders wichtig, dass die zu untersuchende Probe in ihrer Lage  
30 bezüglich des in der Arbeitsposition befindlichen Objektivs konstant ist. Dabei spielen die Temperaturänderungen, die zu einer thermischen Ausdehnung

des Stativs und somit einer XYZ-Drift der Probe keine Rolle und die Probe ist in allen drei Raumrichtungen bezüglich der optischen Achse des Objektivs konstant. Das Mikroskop besitzt ein Stativ und einem am Stativ angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren Mikroskoptisch. Ferner  
5 ist am oder im Stativ des Mikroskops oder in unmittelbarer Nähe des Mikroskops mindestens ein Temperatursensor vorgesehen. Eine Steuer- und Kontrolleinheit umfasst einen Speicher und einen Mikroprozessor, wobei im Speicher eine Korrekturtabelle abgelegt ist, die Driftwerte für die drei Raumrichtungen als Funktion der Temperatur enthält und dass die  
10 Temperatursensoren Signale an den Mikroprozessor liefern, auf Grund dessen entsprechende Werte zur Korrektur abrufbar sind, um den die Probe in der Arbeitsposition des Objektivs des Mikroskops zu halten. Dabei kann die Korrekturtabelle manuell oder automatisch ermittelt werden.

Das Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen  
15 XYZ-Drift bei einem Mikroskop, lässt sich wie folgt beschreiben. Zunächst hat das Aufnehmen und Abspeichern einer Korrekturtabelle in einem Speicher in einer dem Mikroskop zugeordneten Steuer- und Kontrolleinheit zu erfolgen. Das Betreiben des Mikroskops im Untersuchungsmodus ist derart, dass die Steuer- und Kontrolleinheit an Hand der Signale der Temperatursensoren und  
20 der Inhalte der Korrekturtabelle den ersten, zweiten und dritten Motor derart steuert, dass die Lage der Probe zur optischen Achse des in der Arbeitsposition vorgesehenen Objektivs zeitlich konstant ist. Wenn die Korrekturtabelle manuell ermittelt wird, dann ist ein erstes Fadenkreuz im Okular und ein zweites Fadenkreuz auf der Strichplatte vorgesehen. Die  
25 Strichplatte ist auf den Mikroskoptisch aufgelegt und eine Person stellt die Schärfe des zweiten Fadenkreuzes durch Verstellen des dritten Motors ein und anschließend wird die Deckung zwischen dem ersten und dem zweiten Fadenkreuz durch eine entsprechende Verstellung des ersten und/oder zweiten Motors erreicht. Durch Betätigung eines Eingabemittels werden vom  
30 Mikroprozessor der Steuer- und Kontrolleinheit die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher vorgesehene Korrekturtabelle übertragen werden. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich keine temperaturbedingten Änderungen ergeben.

Bei der automatischen Ermittlung der Korrekturtabelle wird nur das zweite Fadenkreuz auf der Strichplatte verwendet, die auf den Mikroskopisch aufgelegt ist,. Nach dem Einschalten des Mikroskops wird von einer Kamera auf das zweite Fadenkreuz durch einen Autofokus der Kamera fokussiert. Das  
5 zweite Fadenkreuz wird durch eine Bildverarbeitungssoftware im Zusammenspiel mit dem ersten und dem zweiten Motor in die optische Achse des in der Arbeitsposition befindlichen Objektivs verschoben. Die zur Verstellung notwendigen Daten werden in die im Speicher vorgesehene Korrekturtabelle übertragen. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich  
10 keine temperaturbedingten Änderungen ergeben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben. Dabei zeigen:

- 15 Fig. 1 eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels des Mikroskops zur Kompensation der XYZ-Drift;
- Fig. 2 eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des Mikroskops zur Kompensation der XYZ-Drift,;
- 20 Fig. 3a eine schematische Darstellung der Abweichung der optischen Mittel zum Ermitteln der XYZ-Drift zum Erzeugen einer Korrekturtabelle;
- Fig. 3b eine schematische Darstellung der Übereinstimmung der optischen Mittel zur ermitteln der XYZ-Drift zum Erzeugen einer Korrekturtabelle;
- 25 Fig. 4 eine Korrekturtabelle gemäß der gegenwärtigen Erfindung;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung der Hardware zur Korrektur der durch Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift; und
- Fig. 6 eine prinzipielle Struktur der Software zur Korrektur der durch Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift.

In Fig. 1 ist ein Mikroskop 2 schematisch in der Seitenansicht dargestellt. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist dem Mikroskop 2 ein Computer 4 mit Display 6 und einem Eingabemittel 8, sowie eine Steuer- und Kontrolleinheit 10 zur Steuerung der verschiedenen Mikroskopfunktionen, zugeordnet. Die Steuer- und Kontrolleinheit 10 umfasst ferner einen Speicher 9 und einen Mikroprozessor 11. Es ist selbstverständlich, dass das Mikroskop 2 jede denkbare Form und Ausstattung annehmen kann und die Darstellung in Fig. 1. nicht als Beschränkung aufgefasst werden soll. Das Mikroskop 2 umfasst ein Stativ 12, an dem mindestens ein Okular 14, mindestens ein Objektiv 16 und einen in allen drei Raumrichtungen verstellbarer Mikroskoptisch 18 vorgesehen sind. Auf dem Mikroskoptisch 18 kann eine mikroskopisch zu untersuchende oder zu behandelnde Probe 40 (siehe Fig. 2) aufgelegt werden. In Fig. 1 und Fig. 2 ist die X-Richtung X und die Z-Richtung Z dargestellt. Die Y-Richtung Y ist in dieser Darstellung senkrecht zur Zeichenebene. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Mikroskop einen Revolver 15, an dem die mehreren Objektive 16 angebracht sind. Das mindestens eine Objektiv 16, das sich in der Arbeitsposition befindet, definiert eine optische Achse 13 (gestrichelt dargestellt). Ferner ist beidseitig an dem Stativ 12 jeweils ein Verstellknopf 20 vorgesehen mit dem der Mikroskoptisch 18 in der Höhe (in Z-Richtung Z) relativ zu dem Objektiv 16 in der Arbeitsposition verstellt werden kann. Der Mikroskoptisch 18 des Mikroskops 2 kann mit einem ersten Motor 21 in der X-Richtung X, mit einem zweiten Motor 22 in der Y-Richtung Y und mit einem dritten Motor 23 in der Z-Richtung Z verstellt werden. Die Ansteuerung des ersten, zweiten und dritten Motors 21, 22 und 23 erfolgt über die Steuer- und Kontrolleinheit 10. Mit dem Mikroskop 2 ist eine Kamera 25 verbunden, die das Bild des mit dem Objektiv 16 beobachteten Objekt aufnimmt. Über eine erste elektrische Verbindung 26 ist die Kamera 25 mit der Steuer- und Kontrolleinheit 10 verbunden. Ebenso ist die Steuer- und Kontrolleinheit 10 über eine zweite elektrische Verbindung 27 mit dem Mikroskop 2 verbunden, über die Signale von Mikroskop 2 zur Steuer- und Kontrolleinheit 10 und Signale von der Steuer- und Kontrolleinheit 10 zum Mikroskop 2 geliefert werden. Mindestens ein Temperatursensor 30 ist am oder im Mikroskop 2 vorgesehen, dessen Signale über die zweite

elektrische Verbindung 27 zur Steuer- und Kontrolleinheit 10 geliefert werden und dort an den Mikroprozessor 11 oder zum Speicher 9 geleitet werden. Es ist selbstverständlich, dass die Kamera 25 eine Videokamera oder eine CCD-Kamera sein kann. Während eines bestimmten Betriebsmodus werden im  
5 Speicher 9 die von der Kamera 25 gelieferten und vom Mikroprozessor 11 verrechneten Daten in einer Korrekturtabelle (siehe Fig. 4) abgelegt ist. Die Korrekturtabelle enthält die Driftwerte für die drei Raumrichtungen X, Y und Z als Funktion der Temperatur. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die ist die Steuer- und Kontrolleinheit 10 in einer  
10 externen mit dem Mikroskop 2 verbundenen Elektronikbox 42 untergebracht.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des Mikroskops 2 zur Kompensation der XYZ-Drift. Dabei sind gleiche Elemente der mit dem gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Das Ausführungsbeispiel in Fig. 2 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel  
15 aus Fig. 1 dahingehend, dass das Aufzeichnen einer der Korrekturtabelle manuell durch eine Person 32 erfolgt. Die Person 32 kann z.B. ein Benutzer des Mikroskops sein. Ferner ist es Möglich, dass die Person 32 Montagepersonal des Mikroskops 2 in der Fabrik ist. Die Person 32 ermittelt nach dem Einschalten des Mikroskops 2 die Korrekturtabelle. Dazu ist, wie in  
20 Fig. 3a bzw. Fig. 3b dargestellt, im Okular 14 ein erstes Fadenkreuz 34 vorgesehen. Ferner ist eine Strichplatte 36 mit einem zweiten Fadenkreuz 35 vorgesehen, die zur Bestimmung der Korrekturtabelle auf den Mikroskoptisch 18 aufgelegt ist. In gewissen Zeitabständen stellt die Person 32 das zweite Fadenkreuz 35 scharf und danach wird das erste Fadenkreuz 34 im Okular 14  
25 mit dem zweiten Fadenkreuz 35 zur Deckung gebracht. Ist die Schärfe und die Deckung wird durch eine entsprechende Verstellung des ersten, zweiten, und/oder dritten Motors 21, 22, 23 erreicht. Durch die Betätigung eines Eingabemittels 38 werden vom Mikroprozessor 11 die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher 9 vorgesehene Korrekturtabelle  
30 übertragen. Dies wird von der Person 32 in mehreren Zeitabständen durchgeführt. In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind der Speicher 9 und der Mikroprozessor 11 im Stativ 12 des Mikroskops 2 in der



Kontrolleinheit vorgesehen. Das Eingabemittel 38 ist mit der Steuer- und Kontrolleinheit 10 verbunden.

In Fig. 3a ist eine schematische Darstellung der Abweichung der optischen Mittel zur Ermitteln der XYZ-Drift zum Erzeugen einer Korrekturtabelle gezeigt.

5 Die optischen Mittel umfassen das erste Fadenkreuz 34, das im Okular 14. vorgesehen ist. Ferner ist die Strichplatte 36 mit dem zweiten Fadenkreuz 36 auf dem Mikroskoptisch 18 (in Fig. 3a nicht dargestellt) aufgelegt. In Darstellung aus Fig. 3a ist die Z-Richtung Z senkrecht zur Zeichenebene. Das erste und das zweite Fadenkreuz 34, 35 sind nicht in Deckung. Zwischen dem

10 ersten und dem zweiten Fadenkreuz 34, 35 existiert eine Abweichung  $\Delta X$  in X-Richtung X und eine Abweichung  $\Delta Y$  in Y-Richtung.

In Fig. 3b ist die Situation dargestellt, bei der das erste Fadenkreuz 34 im Okular 14 mit dem zweiten Fadenkreuz 35 auf der Strichplatte 36 in Deckung gebracht worden ist. Ebenso muss auf das zweite Fadenkreuz 35 scharf

15 gestellt werden. Das Maß der Verstellung wird registriert und z.B. in einem Speicher abgelegt. In dem in Fig. 2 beschriebenen manuellen Verfahren werden beispielsweise durch Betätigen der Eingabetaste die  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  und  $\Delta Z$  Werte in die Steuer- und Kontrolleinheit 10 übernommen. Die  $\Delta X$  und  $\Delta Y$  Werte entsprechen der Wegdifferenz um die der Mikroskoptisch 18 in der X-

20 Richtung X und der Y-Richtung Y verstellt werden musste, um das erste und das zweite Fadenkreuz zur Deckung zu bringen. Der  $\Delta Z$  Wert entspricht der Wegdifferenz um die der Mikroskoptisch 18 bzw. das Objektiv 16 in Richtung der optischen Achse 13 relativ zueinander zur Einstellung der Schärfe verschoben werden müssen. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis

25 sich das Mikroskop 2 in einem thermisch stabilen Zustand befindet. Die ermittelten Werte werden über eine Schnittstelle an die im Mikroskop 2 befindliche Hardware (Steuer- und Kontrolleinheit 10) übermittelt und dort im Speicher 9. Das Abspeichern erfolgt immer dann, wenn der Benutzer die Eingabetaste 38 betätigt und damit bestätigt, dass die Schärfe stabil ist und

30 das erste und das zweite Fadenkreuz 34 und 35 in Deckung sind.

Im Falle der automatischen Ermittlung der Korrekturwerte ist eine Strichplatte 36 mit dem zweiten Fadenkreuz 35 nur in der Präparatebene auf dem

Mikroskoptisch 18 nötig. Nach dem Einschalten wird das zweite Fadenkreuz 35 in der Präparatebene durch einen Autofokus der Kamera 25 (siehe Fig. 1) fokussiert und durch eine speziell dafür vorgesehene Bildverarbeitungssoftware in eine Kalibrierposition (vorzugsweise Mitte des Sehfeldes, d.h. die optische Achse 13 des in der Arbeitsposition vorgesehenen Objektivs 16) gebracht. In frei definierbaren Zeitabständen wiederholt diese Software die oben beschriebenen Funktionen (Autofokus Bildmitte) und speichert die XYZ-Driftwerte so lange ab, bis keine Veränderung der Positionen XYZ mehr gemessen werden kann und somit der thermisch stabile Zustand erreicht ist. Wie bei der manuellen Ermittlung der Temperaturwerte werden nun diese an die im Mikroskop oder in einer externen Elektronikbox 42 befindliche Hardware (Steuer- und Kontrolleinheit 10) übermittelt und dort abgespeichert.

In Fig. 4 ist eine Korrekturtabelle 44 gemäß der gegenwärtigen Erfindung dargestellt. Je nach der Anzahl der erfolgten Messungen der Korrekturwerte ist die Anzahl der Zeilen der Korrekturtabelle 44 entsprechend veränderlich.

Die Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der Steuer- und Kontrolleinheit 10 zur Korrektur der durch Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift. Ein oder mehrere Temperatursensoren  $30_1, 30_2, \dots, 30_N$ , sind mit der Steuer- und Kontrolleinheit 10 verbunden, deren Signale an die Steuer- und Kontrolleinheit 10 geliefert werden, um daraus Ansteuersignale für den ersten, zweiten, und dritten Motor 21, 22 und 23 zu erhalten. Der Mikroskoptisch 18 wird somit von der Steuer- und Kontrolleinheit 10 derart angesteuert, dass die zu untersuchende Probe immer im Fokus und an der gleichen Position unterhalb des Objektivs 16 ist. Die Steuer- und Kontrolleinheit 10 ist mit einer Schnittstelle 46 versehen, über die Daten eingegeben bzw. Daten an einen Computer 4 geliefert werden können. Die Schnittstelle 46 kann z.B. eine RS232-Schnittstelle, eine USB-Schnittstelle oder eine drahtlose Verbindung sein.

In Fig. 6 ist eine prinzipielle Struktur der Firmware 50 zur Korrektur der durch Temperaturänderungen hervorgerufenen XYZ-Drift dargestellt. Der in der Firmware 50 eingebaute Algorithmus korrigiert nun - während das Mikroskop

betrieben wird – ständig die XYZ-Abweichungen, die durch Temperaturschwankungen entstehen. Dazu bedient sich die Firmware 50 der Korrekturtabelle 44, die im Speicher 9 der Steuer- und Kontrolleinheit 10 abgelegt ist. Die Korrekturtabelle 44 bleibt auch nach dem Ausschalten des  
5 Mikroskopes 2 erhalten und wird bei der nächsten in Betriebnahme wieder verwendet. Es ist auch dem Benutzer selbst überlassen eine neue Korrekturtabelle 44 zu erstellen und diese im Speicher 9 der Steuer- und Kontrolleinheit 10 zu hinterlegen. Im Betrieb erhält die Firmware 50 von den Temperatursensoren  $30_1, 30_2, \dots, 30_N$  Daten, aus denen die Firmware 50  
10 Temperaturänderungen ermittelt. Der in der Firmware 50 implementierte Algorithmus ermittelt im Zusammenspiel mit der Korrekturtabelle 44 die Stellwerte für den erste, zweiten und dritten Motor 21, 22 und 23, die notwendig sind, um die durch Temperaturänderungen hervorgerufene XYZ-Drift auszugleichen. Die Stellwerte an den ersten, zweiten und dritten Motor  
15 21, 22 und 23 sind derart gewählt, dass sie die durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  und  $\Delta Z$  Werte ausgleichen. Somit wird erreicht, dass eine Probe oder ein bestimmter Bereich der Probe, unabhängig von den Temperaturänderungen, immer unverändert zur optischen Achse 13 des Objektivs 15 in der Arbeitsposition ist. Die Probe  
20 kann dadurch auch bei Langzeituntersuchungen nicht mehr auswandern.

Es ist auch denkbar, dass die Korrekturtabelle bereits Werksseitig erstellt wird und bei der Fertigung der Mikroskope in einem Speicher der Steuer- und Kontrolleinheit 10 des Mikroskops 2 wird. Die Korrekturtabelle wird werksseitig durch eine statistische Auswertung von den Temperatureigenschaften  
25 mehrere Mikroskope gewonnen.

### Patentansprüche

1. Mikroskop (2) mit einem Stativ (12) und einem am Stativ (12)  
angebrachten, in allen drei Raumrichtungen motorisch verstellbaren  
5 Mikroskoptisch (18), dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein  
Temperatursensor (30) im oder am Stativ (2) vorgesehen ist, dass eine  
Steuer- und Kontrolleinheit (10) vorgesehen ist, die einen Speicher (9) und  
einen Mikroprozessor (11) umfasst, wobei im Speicher (9) eine  
Korrekturtabelle (44) abgelegt ist, die Driftwerte für die drei Raumrichtungen  
10 (X, Y und Z) des Stativs (2) als Funktion der Temperatur enthält, und dass die  
Temperatursensoren (30) mit dem Mikroprozessor verbunden sind und  
Signale liefern, auf Grund dessen entsprechende Werte zur Korrektur abrufbar  
sind, womit die Steuer- und Kontrolleinheit (10) einen ersten, einen zweiten  
und einen dritten Motor (21, 22 und 23) am Mikroskoptisch (18) derart  
15 ansteuert, dass der Mikroskoptisch (18) unabhängig von der Temperatur eine  
feste Position im Raum einnimmt.
2. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Korrekturtabelle (44) manuell ermittelbar ist.  
20
3. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Korrekturtabelle (44) automatisch ermittelbar ist.
4. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
25 Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) des Mikroskops (2) integriert ist.

5.       Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) in einer externen Elektronikbox (42) untergebracht ist.
- 5       6.       Mikroskop nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Eingabeeinheit (38) vorgesehen ist, die mit der Steuer- und Kontrolleinheit (10) verbunden ist.
- 10       7.       Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabeeinheit (38) eine Maus, ein Trackball, eine Tastatur oder ein Touchscreen ist.
- 15       8.       Verfahren zur Korrektur der durch Temperaturänderung hervorgerufenen XYZ-Drift bei einem Mikroskop (2) mit einem Stativ (12), einem am Stativ (12) angebrachten, in allen drei Raumrichtungen (X, Y, Z) motorisch verstellbaren Mikroskoptisch (18), und mit mindestens einem im oder am Stativ (12) vorgesehenen Temperatursensor (30) gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- Aufnehmen und Abspeichern einer Korrekturtabelle (44) in einem
  - 20       Speicher (9) in einer dem Mikroskop (2) zugeordneten Steuer- und Kontrolleinheit (10), und
  - Betreiben des Mikroskops (2) im Untersuchungsmodus, derart dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) an Hand der Signale der
  - 25       Temperatursensoren (30) und der Inhalte der Korrekturtabelle (44) den ersten, zweiten und dritten Motor (21, 22, 23) des
  - Mikroskoptisches(18) derart steuert, dass dessen Lage zur einer optischen Achse (13) einer in der Arbeitsposition vorgesehenen Objektivs (16) zeitlich konstant ist.
- 30       9.       Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturtabelle (44) manuell ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Fadenkreuz (34) in einem Okular (14) und ein zweites Fadenkreuz (35) auf einer Strichplatte (36) vorgesehen ist, die auf den Mikroskoptisch (18) aufgelegt ist, und eine Person (32) die Schärfe des zweiten Fadenkreuzes (35) durch Verstellen des dritten Motors (23) einstellt und anschließend die Deckung zwischen dem ersten und dem zweiten Fadenkreuz (34, 35) durch eine entsprechende Verstellung des ersten und/oder zweiten Motors (21, 22) erreicht, und dass durch Betätigung eines Eingabemittels (38) vom einem Mikroprozessor (11) der Steuer- und Kontrolleinheit (10) die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher (9) vorgesehene Korrekturtabelle (44) übertragen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingabemittel (38) eine Maus, ein Trackball, eine Tastatur oder ein Touchscreen ist.

12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturtabelle (44) automatisch ermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass nur das zweite Fadenkreuz (35) auf der Strichplatte (36) vorgesehen ist, die auf den Mikroskoptisch (18) aufgelegt ist, dass nach dem Einschalten des Mikroskops (2) von einer Kamera (25) auf das zweite Fadenkreuz (35) durch einen Autofokus der Kamera (25) fokussiert wird, dass das zweite Fadenkreuz (35) durch eine Bildverarbeitungssoftware im Zusammenspiel mit dem ersten und dem zweiten Motor (21, 22) in die optische Achse (13) des in der Arbeitsposition befindlichen Objektivs (16) verschoben wird, und dass dann die zur Verstellung notwendigen Daten in die im Speicher (9) vorgesehene Korrekturtabelle (44) übertragen werden .

30

14. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) des Mikroskops (2) integriert ist.

15. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und Kontrolleinheit (10) im Stativ (12) in einer externen Elektronikbox (42) untergebracht ist.

- 5 16. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturtabelle werksseitig durch eine Statistik über mehrere Stative ermittelt wird und in der Steuer- und Kontrolleinheit (10) des Mikroskops hinterlegt wird.

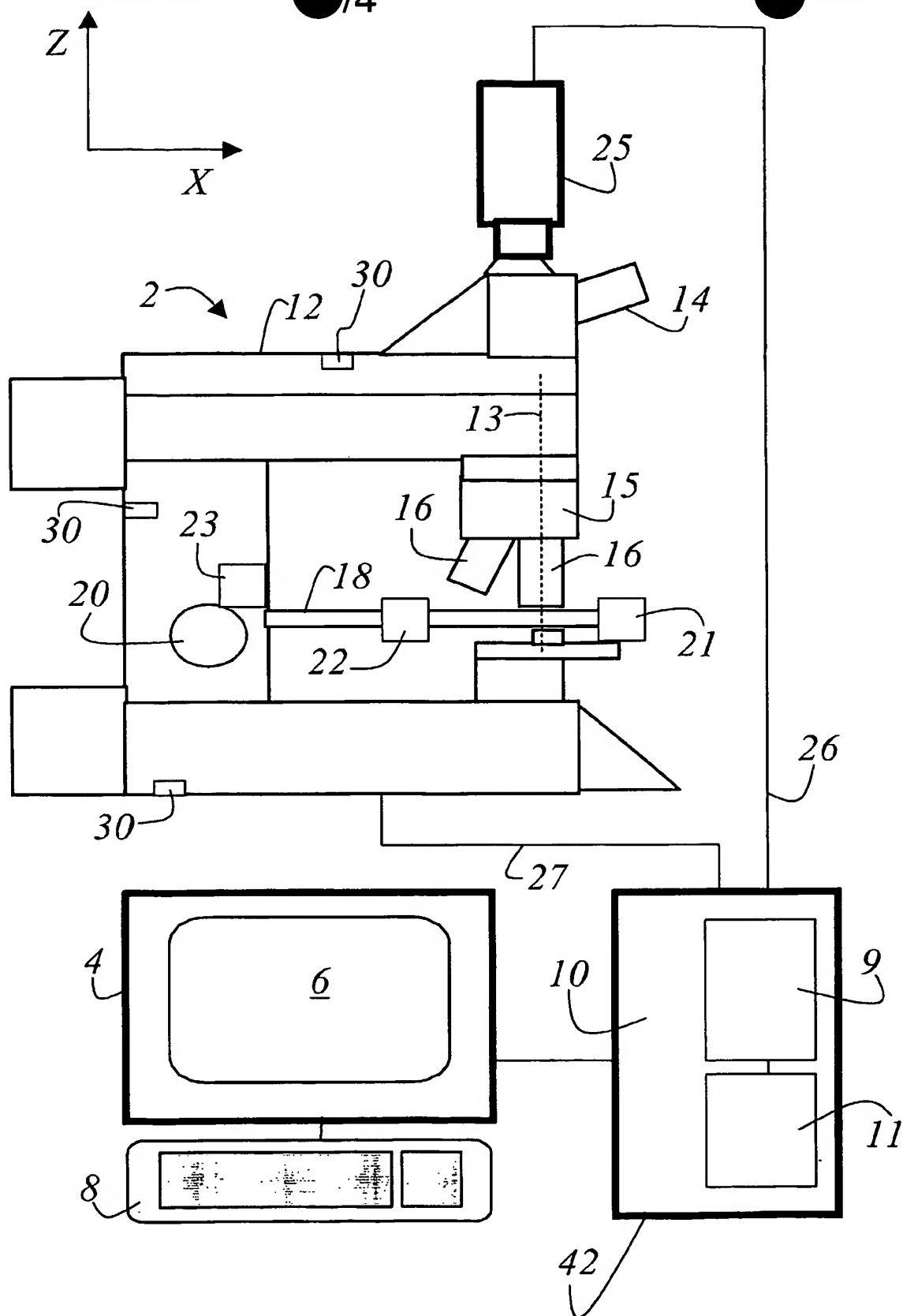


Fig. 1



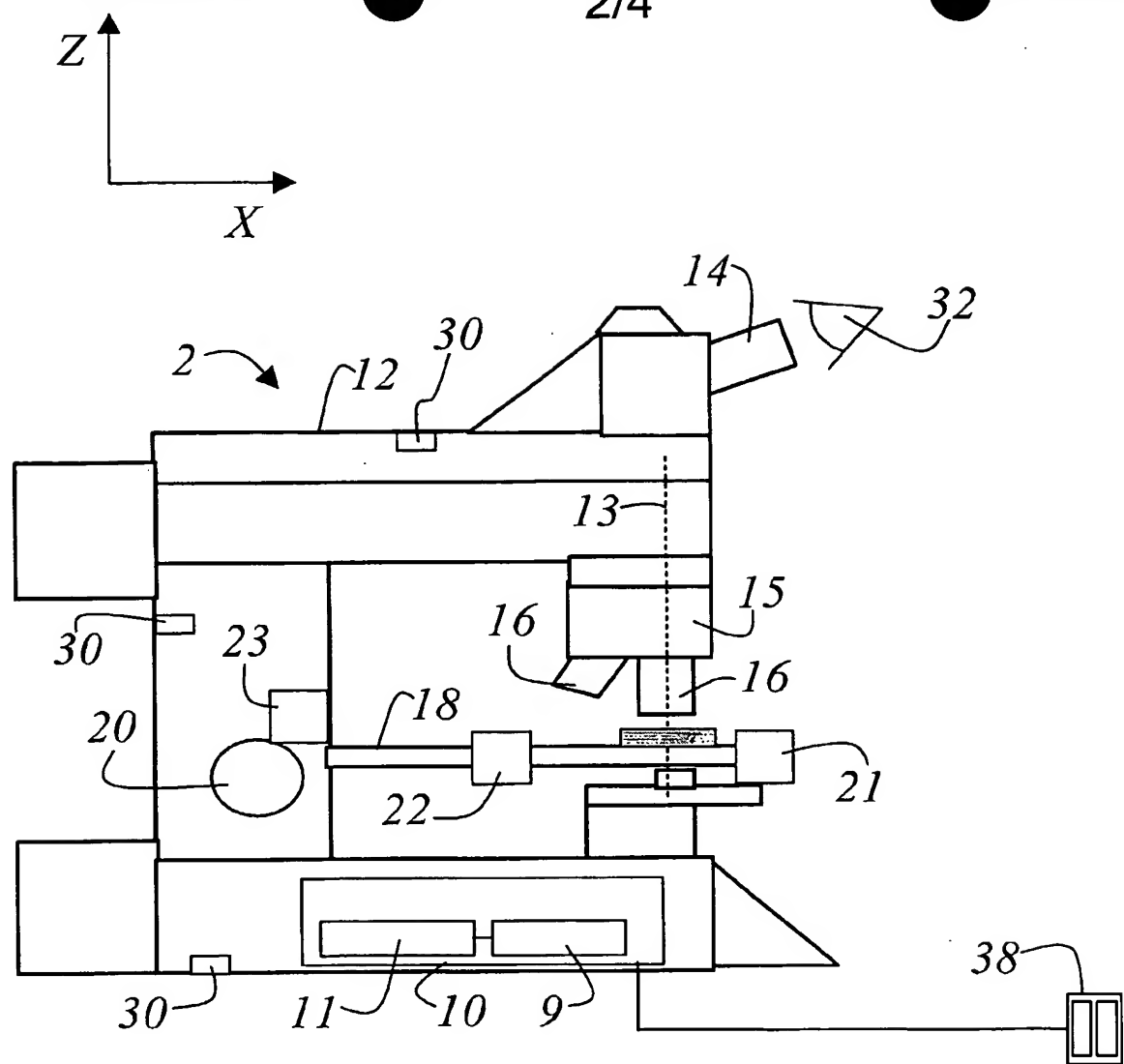


Fig. 2

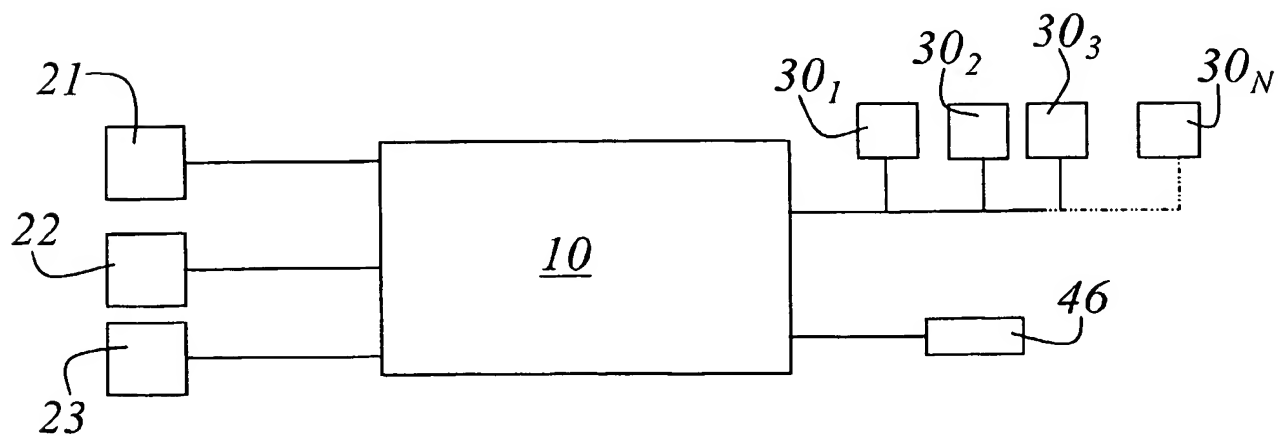
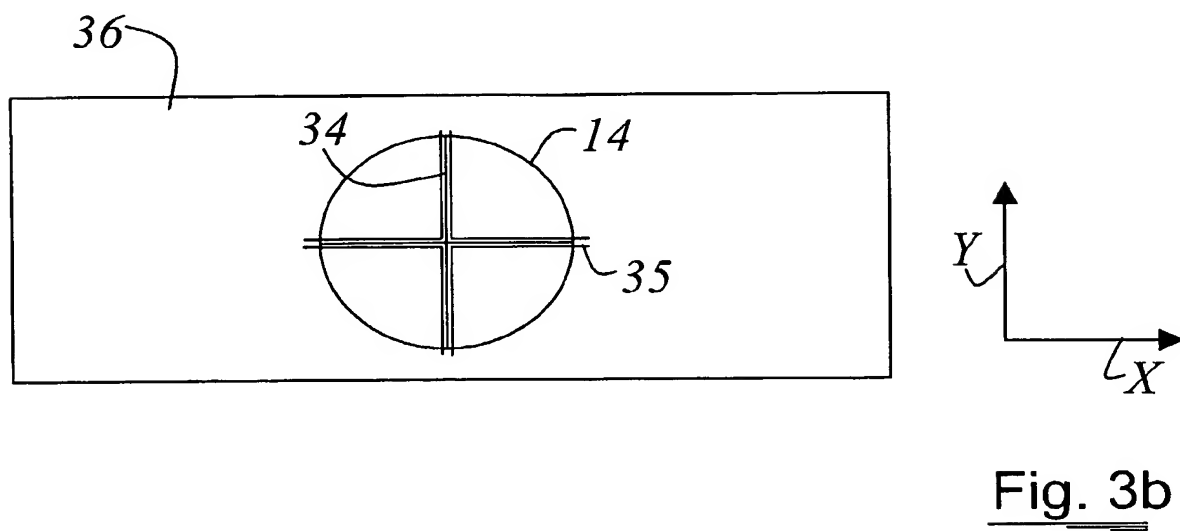
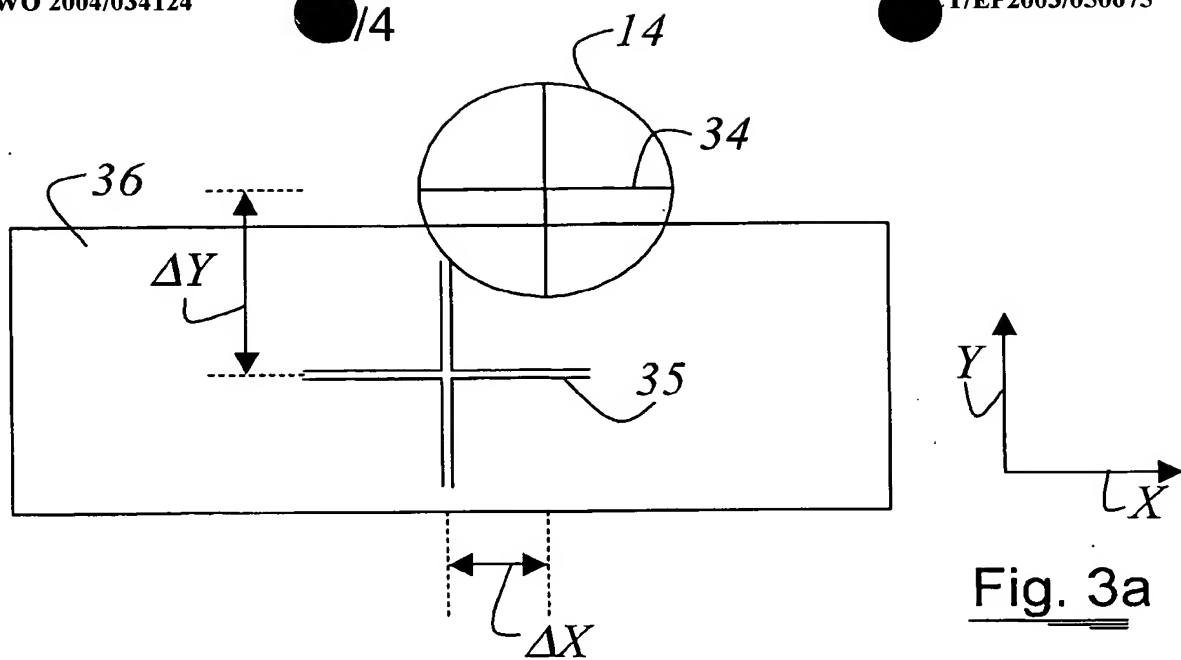


Fig. 5

Temperatur	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
$T_1$	$\Delta X_1$	$\Delta Y_1$	$\Delta Z_1$
$T_2$	$\Delta X_2$	$\Delta Y_2$	$\Delta Z_2$
⋮	⋮	⋮	⋮
$T_N$	$\Delta X_N$	$\Delta Y_N$	$\Delta Z_N$

44

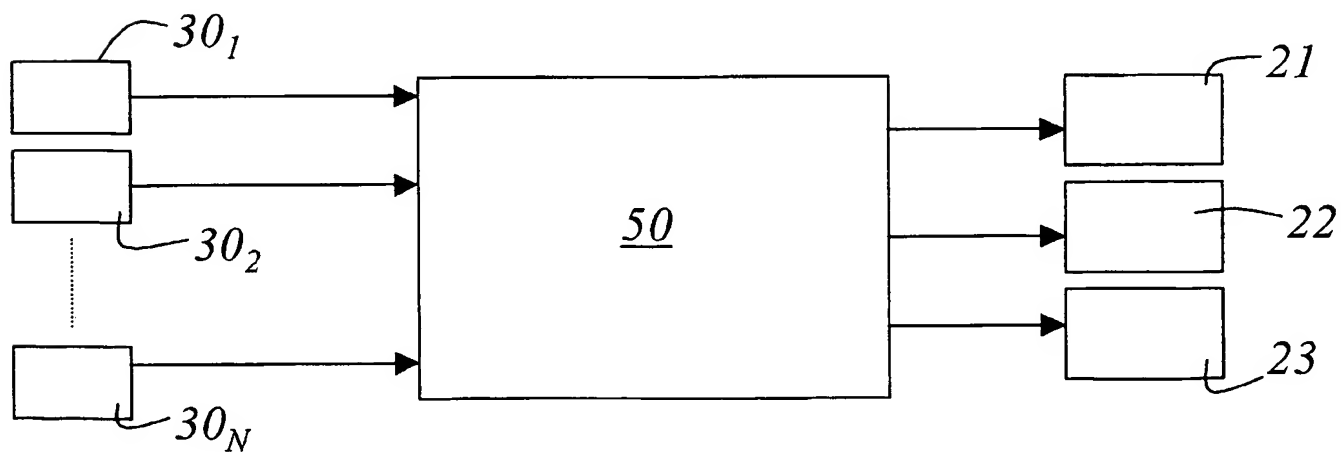
Fig. 4

Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International	Location No
PCT/EP	0675

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G02B21/24 G02B21/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 199 59 228 A (ZEISS CARL JENA GMBH) 13 June 2001 (2001-06-13) the whole document ---	1-9, 11, 12, 14, 15
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 291 (E-1093), 24 July 1991 (1991-07-24) -& JP 03 102752 A (HITACHI LTD), 30 April 1991 (1991-04-30) the whole document ---	1-9, 11, 12, 14, 15
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 493 (E-842), 8 November 1989 (1989-11-08) -& JP 01 197952 A (HITACHI LTD; OTHERS: 02), 9 August 1989 (1989-08-09) the whole document ---	1-9, 11, 12, 14, 15
-/--		

<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
--	--

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*&amp;* document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  <b>26 January 2004</b>	Date of mailing of the international search report  <b>30/01/2004</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Daffner, M</b>
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internation. ication No  
PCT/EP 0 0675

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 05, 30 June 1995 (1995-06-30) -& JP 07 045229 A (HITACHI LTD), 14 February 1995 (1995-02-14) the whole document ----	1-9, 11, 12, 14, 15
A	EP 1 178 344 A (LEICA MICROSYS HEIDELBERG GMBH) 6 February 2002 (2002-02-06) the whole document ----	1-16
A	US 6 133 986 A (JOHNSON KENNETH C) 17 October 2000 (2000-10-17) the whole document ----	1-16
A	WO 00 42618 A (JOHNSON KENNETH C) 20 July 2000 (2000-07-20) the whole document -----	1-16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International

Application No

PCT/EP

0675

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19959228	A	13-06-2001	DE 19959228 A1	13-06-2001
JP 03102752	A	30-04-1991	NONE	
JP 01197952	A	09-08-1989	NONE	
JP 07045229	A	14-02-1995	NONE	
EP 1178344	A	06-02-2002	DE 10037783 A1	14-02-2002
			EP 1178344 A1	06-02-2002
			JP 2002131646 A	09-05-2002
			US 2002024006 A1	28-02-2002
US 6133986	A	17-10-2000	US 6177980 B1	23-01-2001
			AU 1975197 A	01-10-1997
			EP 0991959 A2	12-04-2000
			JP 2001500628 T	16-01-2001
			WO 9734171 A2	18-09-1997
WO 0042618	A	20-07-2000	AU 2724000 A	01-08-2000
			WO 0042618 A1	20-07-2000
			US 6498685 B1	24-12-2002
			US 6424404 B1	23-07-2002
			US 6392752 B1	21-05-2002

Internationales Patent- und Markenamt  
PCT/EP 0675

**Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK**

## Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 199 59 228 A (ZEISS CARL JENA GMBH) 13. Juni 2001 (2001-06-13) das ganze Dokument ---	1-9, 11, 12, 14, 15
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 291 (E-1093), 24. Juli 1991 (1991-07-24) -& JP 03 102752 A (HITACHI LTD), 30. April 1991 (1991-04-30) das ganze Dokument ---	1-9, 11, 12, 14, 15
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 493 (E-842), 8. November 1989 (1989-11-08) -& JP 01 197952 A (HITACHI LTD; OTHERS: 02), 9. August 1989 (1989-08-09) das ganze Dokument ---	1-9, 11, 12, 14, 15

-/--

**X** Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

**X** Siehe Anhang Patentfamilie

• **Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen** :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

**L** Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

- \*O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

**Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche**

26. Januar 2004

**\*T** Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

**\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden**

**Y\*** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderschaftlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

**\* & \* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist**

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/01/2004

**Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde**  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Daffner, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 05, 30. Juni 1995 (1995-06-30) -& JP 07 045229 A (HITACHI LTD), 14. Februar 1995 (1995-02-14) das ganze Dokument ---	1-9, 11, 12, 14, 15
A	EP 1 178 344 A (LEICA MICROSYS HEIDELBERG GMBH) 6. Februar 2002 (2002-02-06) das ganze Dokument ---	1-16
A	US 6 133 986 A (JOHNSON KENNETH C) 17. Oktober 2000 (2000-10-17) das ganze Dokument ---	1-16
A	WO 00 42618 A (JOHNSON KENNETH C) 20. Juli 2000 (2000-07-20) das ganze Dokument -----	1-16



Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19959228	A	13-06-2001	DE 19959228 A1	13-06-2001
JP 03102752	A	30-04-1991	KEINE	
JP 01197952	A	09-08-1989	KEINE	
JP 07045229	A	14-02-1995	KEINE	
EP 1178344	A	06-02-2002	DE 10037783 A1	14-02-2002
			EP 1178344 A1	06-02-2002
			JP 2002131646 A	09-05-2002
			US 2002024006 A1	28-02-2002
US 6133986	A	17-10-2000	US 6177980 B1	23-01-2001
			AU 1975197 A	01-10-1997
			EP 0991959 A2	12-04-2000
			JP 2001500628 T	16-01-2001
			WO 9734171 A2	18-09-1997
WO 0042618	A	20-07-2000	AU 2724000 A	01-08-2000
			WO 0042618 A1	20-07-2000
			US 6498685 B1	24-12-2002
			US 6424404 B1	23-07-2002
			US 6392752 B1	21-05-2002